中華農業研究（Jour. Agric. Res. China）42(4)：411～418（1993）

果樹樹型整修機械之試驗改良[1]

陸龍虎　梁連勝　蔡致榮　鄧永興[2]

摘要：本所初步完成之果樹樹型整修雛型機，經分析田間試驗結果，並進行其整枝及相關機構、配件等之修正與改良後，其底盤爲四輪傳動、四輪轉向，轉彎半徑小（約2.2公尺），側整枝及三層水平整枝機構之位置分別裝置於近駕駛座前、後方，便於進行枝條修剪和隨時檢視作業狀況。整枝機構之動力傳動系統改以油壓驅動取代原規劃之機械式傳動，其切刀往復數可應需要作無段調整。並以K＝2.4之切斷速度比，即行走速度0.24m/s，割刀往復速度0.58m/s 進行作業，田間試驗結果良好，唯引擎馬力（7HP/2200r. p. m，8HP/r. p. m）宜稍爲加大。

關鍵詞：果樹、樹型、整修機構。

荔枝、龍眼、芒果及棗子等爲本省主要亞熱帶果樹，栽培面積達47,000多公頃，其分佈因稻田轉作已由緩坡逐漸向平地延伸，深具發展潛力；唯其栽培方式，泰半仍沿用傳統粗放之栽培方式，自然形成圓弧、冠狀、高大的樹型，造成通風不良、易滋生病蟲害、管理不便及採光率（日照）不良等缺點，影響產品品質、產量與採收不便，致修剪、採收、病蟲害防治之成本提高[3]。因此對荔枝、龍眼…等果樹進行樹型的修剪、矮化等栽培管理，以機械代替人工（人工修剪每公頃須120～200工時）將爲未來之趨勢。有鑑於此，勢需及早完成果樹整修機械之研發，以便進行機械化之栽培管理，紓解農村勞力缺乏、老化及工資高漲日趨嚴重之問題。

材料與方法

一、供試材料

果樹樹型整修雛型機、水稻聯合收穫機用之割刀、油壓組件、五金零件、鐵材、荔枝果樹。

二、試驗地點

本所及鳳山分所荔枝園。

三、試驗方法

將本所完成之果樹樹型整修雛型機，依其底盤，整枝機構及相關機構、配件等之缺失進行改良和修正，計包含本機主機體及整枝機構位置之重行規劃配置，部份刀具長度之變更，整枝機構之伸縮裝置組件、控制方式之修正，整枝機構之動力傳動系統的改變、研製…等，並於整體裝配組合後進行田間整枝作業試驗及果樹之田間管理。

結果與討論

本機經改良研製後如圖1所示，全機規格爲2,605公厘，高2,030公厘，寬3,720公厘；其包括動力

---

1. 臺灣省農業試驗所　研究報告第 1695 號。
2. 本所農業工程系助理、研究員兼主任、助理研究員、鳳山分所助理研究員。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。

部、變速箱、行走部、轉向裝置、制動裝置、主離合器、整枝機構及整枝機構之油壓傳動系統和伸縮控制裝置與其相關配備。

圖1. 果樹樹型整修機

Fig. 1. Pruning machine for fruit trees

一、本機主體機構之修改

以佳農牌 CN—2400型自走式噴霧車原有之變速箱、行走部、轉向裝置、制動裝置、主離合器爲本機之主機體。其規格型式如下：

(一)動力部：仍沿用永盛牌 JS80C—HP／2400r. p. m，四行程水冷式柴油引擎（手搖及電動啓動兩用）。

(二)行走部及轉向裝置：四輪驅動，前、後輪規格均爲21×0—10，前後輪輪距／軸距（cm）爲83及83/108，行走速度爲前進三檔（0.86km/hr、2.52km/hr、4.07km/hr）及後退一檔（0.86 km/hr）；轉向裝置爲圓形方向盤（四輪轉向），最小轉彎半徑約2.2m。

(三)制動裝置：脚刹車；四輪（油壓）內張式。手刹車；四輪與脚刹車連接於總泵。

(四)主離合器：乾式單片離合器。

二、整枝機構及相關配備之修正與研製

(一)側整枝及三層水平整枝機架之研製：

其規格尺寸仍沿用原整枝籬型機[1]，唯側整枝機架之位置，則置於近駕駛座前方。三層水平整枝機架之位置移置於近駕駛座後方，以便於進行枝條修剪和作業時之檢視，其配置如圖2所示。

圖2. 側整枝機械與三層水平整枝機構之相關位置
Fig. 2. Relative position of the Side and Three-steps Horizontal Pruning Mechanisms

(二)刀具規劃：

刀具之尺寸、規格沿用原整枝籬型機[1]，唯三層水平整枝刀具之上層刀具長600公厘修改爲850公厘由承刀17片，切刀16片組成，中層刀具長700公厘修改爲650公厘由承刀13片，切刀12片組成，下層刀具長仍爲850公厘並加裝刀具安全護（套）蓋。

(三)切刀驅動裝置：

切刀驅動裝置仍採用（偏心式）曲柄連桿傳動裝置，曲柄軸動力直接來自油壓馬達（OMM32）之出力軸。

活動刃（切刀）每分鐘之往復次數300～400爲可調式，切刀之行程Ｓ＝50公厘。

(四)整枝機構之伸縮控制裝置：

側整枝之三層水平整枝機構之伸縮控制裝置計有前、後、左、右共四組，改以四口三位彈簧回位之手動比例閥（四組）配合普通型油壓缸代替油壓電控裝置操控感應型之油壓缸。側整枝機構用 CAϕ40×260油壓缸，左、右各1支，水平三層整枝機構則採用 CAϕ×260油壓缸左、右各1支操作之，此四組伸縮控制置可個別獨立操作，其油壓控制迴路如圖3所示。

(五)整枝機構之動力傳動系統：

整枝機構之動力來源以油壓驅動取代原規劃之機械式傳動，其油壓動力傳動系統迴路如圖3所示，該油壓系統相關零組件之規格型式[4]如下：

1. 油壓泵：SPINDLE 牌 PB4型雙聯式一組，每轉一轉之排量爲16cm^3，最高壓力250Kgf/cm^2，額定壓力210Kgf/cm^2，回轉速度400r.p. m.～3000r. p. m.，額定回轉速爲1800r. p. m.，本機採用870r. p. m.，，所以每分鐘之流量（排量）爲16cc/rev×870r. p. m.＝14公升／分。

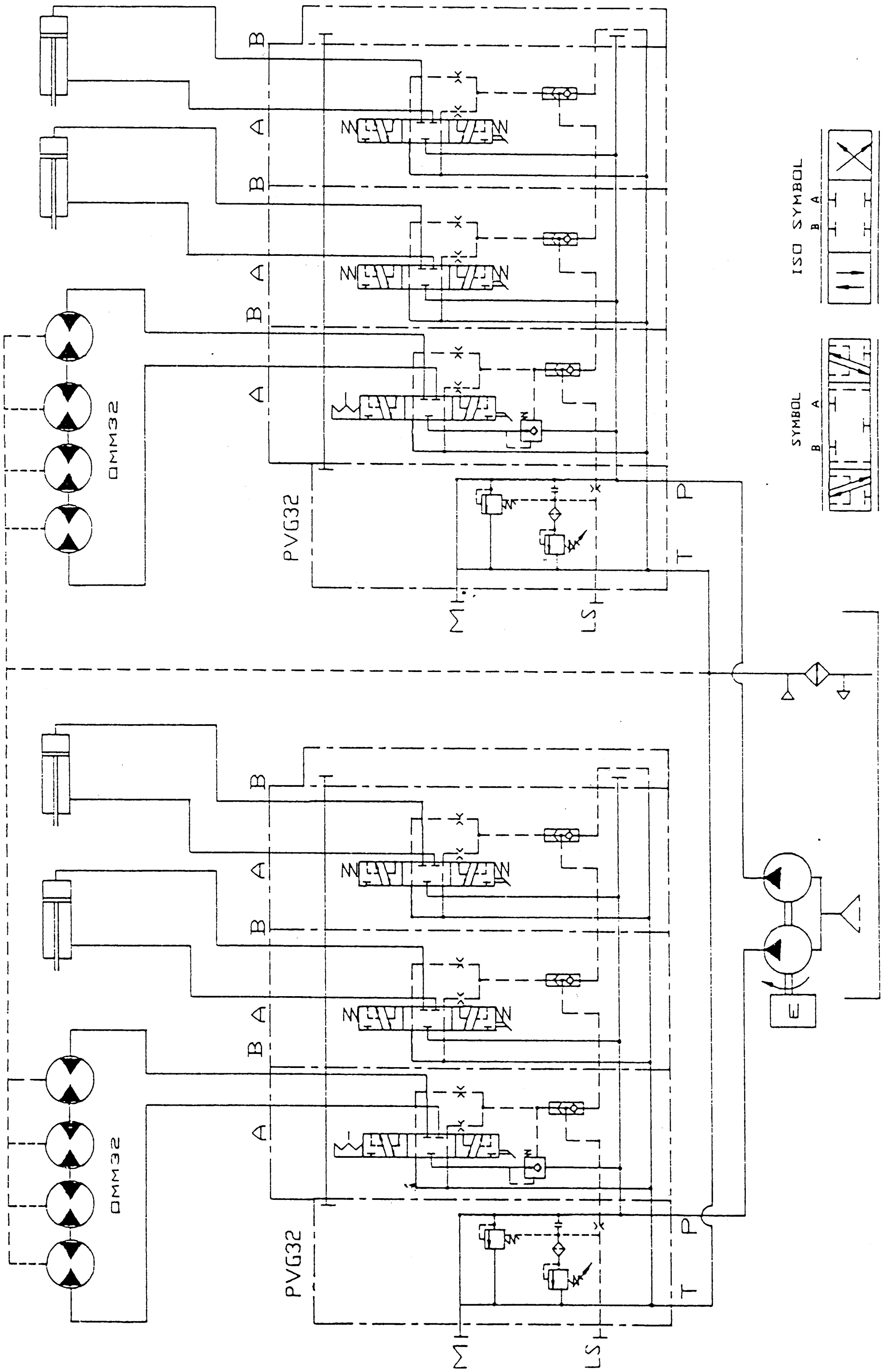

圖3. 整枝機構之伸縮控制裝置與動力傳動系統之油壓迴路

Fig. 3. Hydraulic system for strenching control of Pruning Mechanism and its power supply

2. 手動（方向、流量）比例閥：Danfoss 牌 PVG32兩套，每一套分別由PVB（B5100）、）PVS（B2000）、PVB（B6200）各1組及兩組 PVB（B6000）所組成。PVB 模組之閥軸（SPOOL）型式爲四口三位常閉型，PVB（B6200）爲手動珠定位，其補償油流量爲25公升／分，用以作動兩組串聯馬達（每組各串聯四個油壓馬達），PVB（B6000）爲手動彈簧回位，其壓力補償油流量爲5公升／分，用以作動四組油壓缸。
3. 油壓馬達：Danfoss 牌 OMM32型8個，轉速0～800r. p. m，容許最高瞬間壓力140bar，流量25公升／分以下，因本系統油壓泵之排量（流量）爲14公升／分，所以油壓馬達出力軸之最大回轉速爲400r. p. m，合乎本機切刀每分鐘之往復數之需求。
4. 油壓缸：興陽牌 CAϕ40×260兩支，CAϕ32×260兩支並裝配Y型接頭。
5. 冷卻器：氣冷蛇管式並以12V直流馬達驅動風扇冷卻液壓油。
6. 油箱：80公升裝、使用 Shell 牌＃68液壓油、箱內附一液壓油過濾器。

三、田間作業試驗

本雛型機經室內試車運轉改良調整後，前往荔枝果園進行田間整枝作業試驗。其作業情形如圖4所示，作業時切刀往復平均速度[(2)]（$V=\frac{SN}{30}$）設定於0.58m/s（切刀之行程 S＝50mm，切刀每分鐘之往復數N＝350），行走（進）速度設定於一檔（0.24m/s），換言之其切斷速度比（K值）爲2.4，介於前人研究結果[(2)]（K值：1.2～2.4）之最適當值範圍內。其未整枝前之果樹情況如圖5，修剪整枝後之狀況如圖6所示，結果尙稱良好，唯於整枝作業中（油壓系統之壓力設定於130kgf/cm^2）偶遇生長茂盛，枝條粗大時，出現引擎馬力略嫌不足之情況。

圖4. 正視之田間整枝作業

Fig. 4. Field operation of the pruning machine (Front view)

圖5. 末整枝前之果樹情況

Fig. 5. The fruit tree before shaping operation

圖6. 果樹經機械修剪後之情況

Fig. 6. The tree Shape afetr Pruning (with machine)

結 論

經由田間試驗結果顯示本機經改良後已達原設計之目的，綜合分析檢討如下：

1. 本機轉向系統採用四輪轉向其轉彎半徑小（約2.2m），利於田間枕地轉彎。
2. 切斷速度比（K值）提高至2.4，據實際田間作業觀察其修剪性能良好。
3. 本機之整枝機構的動力傳動系統經改以油壓傳動系統取代原雛型機之機械式傳動，其切刀往復數可應需要藉由比例閥無段調整（0～400r. p. m）經實際實驗切刀往復數350次即可。又由於整枝機構之四組伸縮控制裝置及刀具之動力可分別予以控制，故可視需要進行單側作業或雙側作業。
4. 側整枝及三層水平整枝機構之位置，分別配置於近駕駛座前、後方，便於進行枝條修剪作業及隨時可檢視作業情形。
5. 兩側同時作業時其工作能力（理論）為3.86小時／公頃（行進速度0.24m/s，行距3m），倘效率為75%，其工作能力為5小時／公頃。單側作業時其工作能力為10小時／公頃（行距3m/2＝1.5m）。人工修剪時每株須時10～15公分，每公頃種植800～1,000株[3]，故每公頃平均須187小時（或120～200工時）與機械修剪比較結果，顯示機械修剪之工作能力比人工高出數十倍，故本研究結果深具意義，但宜加強田間耐久試驗俾早日推廣。
6. 油壓系統之壓力設定於130kgf/cm^2，進行修剪作業時遇生長過於茂盛、枝條粗大之樹型，出現引擎馬力（7HP/2200r. p. m）略嫌不足，故宜稍提高馬力數以補不時之需。

誌 謝

本研究承行政院農業委員會補助（82科技—16糧—36（10））得以完成，謹此致謝。

引用文獻

1. 陸龍虎、梁連勝等。1992。果樹樹型整修機械之研究。中華農業研究　41：425～434。
2. 彭添松、陳勝生。1981。水稻聯合收穫機收割機構之改良研究。農業工程學報　27：25～39。
3. 鄧永興。1990。玉荷包荔枝之栽培管理。臺灣省農業試驗所技術服務　1：25～26。
4. Danfoss 及 NIHON SPINDLE 牌之油壓技術手册。

The Improvement of the Pruning Machine for Subtropical Fruit Tree[1]

Long-Hu Lu, Lien-Sheng Liang, Tzu-Rong Tsai and Yong-Hsing Teng[3]

Summary

The objective of this study is to improve the prototype pruning machine made by the TARI for fruit trees. The main defect induced by each mechanism according to the results of the field experiment last yeat had been located and corrected. A four wheel drive and four wheel steering chassis had been used to instead of the old one. There is an advantage to reduce the steering radius of this pruning machine within 2.2 meters. In order to make a good sight during operation, the side and horizontal pruning mechanisms were rearranged and placed at the near front and the rear of the driver's seat. A hydraulic power system is used to stand for the original one of mechanical type for pruning. The cutting speed can be easily changed by adjusting the proportional valve of the loop. The field operation indicated that a better doing of this pruning machine may get on a cutting speed of 0.58 m/s related to a traveling speed of 0.24m/s. A bigger horsepower engine should use because of the output of the mounted engine (8HP/2400rpm) isn't enough for the demand of the field operation.

Key words : Fruit tree, Pruning machine, Tree shape.

---

1. Contribution No. 1695 from Taiwan Agricultural Research Institute.
2. Assistant, Head and Senior Engineer, Specialist, Department of Agricultural Engineering, TARI, Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.
3. Assistant Horticulturist, Fengshan Tropical Horticultural Experiment Station, TARI, Fengshan, Kaohsung, Taiwan, ROC.